

Perancangan Dan Realisasi Aplikasi *Iot* Untuk *Fitting* Sepatu *Virtual* Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Metoda *Connected Component Labelling*

Dandi Taufiqurrohman¹, Ashari², Taviv Sutisna³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : dandi.taufiqurrohman.tkom418@polban.ac.id

ABSTRAK

Saat ini perkembangan nilai ekonomi di sektor industri kreatif semakin meningkat. Perkembangannya sangat pesat salah satunya dari industri sepatu, konsumsi sepatu khususnya di Indonesia akan terus tumbuh seiring dengan meningkatnya daya beli masyarakat terhadap pembelian sepatu, namun masyarakat memiliki kekhawatiran saat membeli sepatu melalui e-commerce, karena takut ukuran sepatu tidak cocok pada kaki, aplikasi ini dibuat agar kedepannya semua orang tidak perlu khawatir untuk memesan sepatu di e-commerce karena aplikasi *fitting* sepatu ini bisa diakses secara online serta hasil berupa panjang, lebar, referensi ukuran kaki dan tipe kaki pengguna. *OpenCV* digunakan untuk pemrosesan citra menggunakan algoritma *Connected Component Labeling*, ukuran kaki kemudian akan diukur menggunakan rasio piksel antara objek kertas A4 dan kaki. Hasil menunjukkan sistem yang baik jika percobaan dilakukan sesuai dengan instruksi yang telah dibuat, kesalahan berkisar di bawah 3%. Namun saat menggunakan data uji yang tidak sesuai dengan petunjuk diperoleh error sebesar 10-85%. Waktu pemrosesan satu kali memakan waktu rata-rata 1 detik.

Kata Kunci

Pengolahan Citra Digital, Connected Component Labelling, IoT, Fitting sepatu

1. PENDAHULUAN

Sepatu merupakan salah satu fashion yang tidak dapat dipisahkan dari penampilan dan kehidupan sehari-hari [1], e-commerce merupakan salah satu solusi untuk menghemat waktu pembeli dan saat ini masyarakat lebih memilih untuk berbelanja di e-commerce daripada datang langsung ke toko karena efisiensi waktu, namun tidak sedikit dalam membeli sepatu, terkadang pembeli masih takut untuk membeli di e-commerce karena takut mendapatkan ukuran yang tidak pas di kaki sehingga harus datang ke toko yang artinya akan cukup memakan waktu. Jika ada perbedaan ukuran, jika pembelian dilakukan di e-commerce, pelanggan perlu mengirim ulang (pengembalian) untuk mengubah ukuran ke penjual dan memakan waktu yang cukup lama [2]. Saat ini, pengukuran sepatu dilakukan dengan beberapa metode, ada yang menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukuran pada Panjang dan lebar pada kaki, karena sifatnya *hardware* maka alat pengukur tersebut sulit diterapkan di sisi pembeli, lalu terdapat pula menggunakan metode *deep learning* menggunakan *linear regression* untuk memprediksi ukuran kaki dimana

menggunakan kamera RGB-D sehingga hasil foto menghasilkan 3D. Penggunaan metode *connected component labelling* adalah salah satu *image processing* yang akan digunakan dikarenakan dapat mendeteksi objek dengan baik, Pada deteksi telur didapatkan hasil akurasi yang cukup baik [3]. Serta metode tersebut pun memiliki akurasi yang baik untuk dilakukan pengukuran suatu objek didapatkan *error rate* rata-rata 15.7% pada pengukuran dimensi lubang jalan aspal [4]. Penelitian ini akan menguji *error rate* yang diperoleh serta waktu pemrosesan yang diperlukan untuk mengolah gambar kaki hingga menjadi ukuran sepatu.

2. LANDASAN TEORI

Citra Digital

Gambar atau suatu citra merupakan kumpulan dari piksel dalam sejumlah baris dan kolom. Setiap piksel didefinisikan sebagai kotak kecil. Piksel pada Citra digital didefinisikan sebagai fungsi $f(x, y)$ ukuran N sebagai kolom dan M sebagai baris sedangkan x,y sebagai koordinat

spasial sedangkan f merupakan titik koordinat yang menunjukkan nilai keabuan pada titik tersebut [5].

Otsu Thresholding

Otsu Thresholding, Konsep ini pertama kali dipaparkan oleh Nobuyuki Otsu (1979) yang difungsikan untuk membagi citra keabuan dalam dua daerah yang berbeda yang dilakukan dengan analisis diskriminan dengan menentukan variable dan memaksimumkan variable untuk memisahkan objek. Metode ini merupakan metode terbaik untuk mendapatkan nilai threshold secara otomatis [6].

Metode Morfologi

Morfologi adalah bentuk dan struktur suatu objek, operasi ini menggunakan dua input himpunan pada suatu citra (salah satunya citra biner) dan suatu kernel. SE (*Structuring Element*) merupakan kernel / matriks berukuran kecil. Berikut beberapa operasi morfologi yang dilakukan penelitian yakni [4]:

1. Dilation

Yaitu penambahan piksel dalam lingkup citra, cara kerjanya yakni menempatkan satu demi satu pusat penataan elemen untuk masing-masing piksel *background*, bila sembarang piksel bernilai 1 maka piksel *background* dirubah menjadi piksel *foreground*

2. Erosion

Merupakan penambahan piksel dalam lingkup citra, cara kerjanya yakni menempatkan satu demi satu pusat penataan elemen untuk masing-masing piksel *background*, bila sembarang piksel bernilai 1 maka piksel *background* dirubah menjadi piksel *foreground*

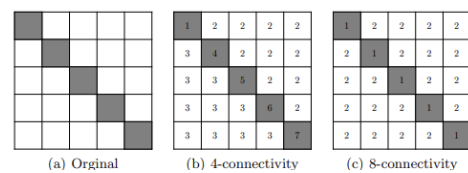
3. Opening

Merupakan penggabungan proses *erosion* yang dilanjut dengan proses *dilation* menggunakan *Structuring Element* yang sama, Morfologi ini bisa digunakan untuk menghilangkan objek kecil (noise) dalam sebuah citra tetapi tetap mempertahankan bentuk asli citra tersebut.

Connected Component Labelling

Connected Component Labelling Merupakan sebuah algoritma untuk pengelompokan dengan tujuan mengukur, mengisolasi dan mengidentifikasi potensi daerah dalam citra

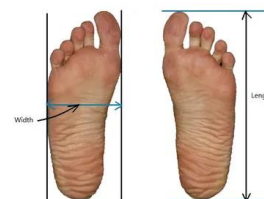
[4]. Fungsi metode ini untuk melakukan pelabelan baru yang sudah terkait sesame komponennya, Operasi pelabelan ini akan memberi nama/nomor pada piksel yang bernilai 1 termasuk dalam areanya. Proses pelabelan ini guna dicarinya titik p yang tertuju pada piksel tempat label diberi daerah bernilai 1, Ketika memenuhi maka dilanjut dengan pengecekan keseluruhan titik tetangga yang tergantung pada jumlah (n -connectivity). Berikut adalah contoh perbedaan pelabelan yang terjadi apabila menggunakan 4-connectivity dan 8-connectivity pada gambar 1.



Gambar 1 Labelling 4 dan 8 Connectivity

Pengukuran Ukuran sepatu dan Tipe kaki

Untuk Ujung kaki pada Panjang dan lebar yang diukur, dilakukan sebagai berikut seperti Gambar 2.



Gambar 2 Tepi ujung pengukuran panjang dan lebar kaki

Hasil yang didapat dari pengukuran di konversi menjadi EU Size (European Size) karena Ukuran yang sering digunakan dan standar internasional (ISO) merupakan Ukuran EU, Konversi dilakukan dengan memasukkan hasil kedalam Rumus berikut :

$$EU\ Size = \frac{Lf + (2 \times 6,67)}{6,67} \quad (1)$$

Dimana Lf merupakan Length foot (Panjang kaki) [7].

Untuk Klasifikasi Tipe Kaki menggunakan hasil pengukuran lebar dan mengacu pada Tabel 1. dan Tabel 2 [8].

Tabel 1 Klasifikasi Tipe kaki sesuai lebar dan ukuran sepatu (Pria)

EU	Narrow	Medium	Wide	Extra Wide
36	8.4 cm	8.9 cm	9.4 cm	9.9 cm
37	8.6 cm	9.1 cm	9.6 cm	10.4 cm
38	8.6 cm	9.4 cm	9.9 cm	10.7 cm
39	9.1 cm	9.6 cm	10.1 cm	10.9 cm
40	9.4 cm	9.9 cm	10.4 cm	11.1 cm
41	9.6 cm	10.1 cm	10.7 cm	11.4 cm
42	9.6 cm	10.4 cm	10.9 cm	11.4 cm
43	9.9 cm	10.7 cm	11.1 cm	11.7 cm
44	10.1 cm	10.9 cm	11.2 cm	11.9 cm
45	10.4 cm	11.1 cm	11.6 cm	12.4 cm
46	10.7 cm	11.4 cm	12.4 cm	12.9 cm

Tabel 2 Klasifikasi Tipe kaki sesuai lebar dan ukuran sepatu (Wanita)

EU	Narrow	Medium	Wide	Extra Wide
36	7.2 cm	8.1 cm	9 cm	10 cm
37	7.5 cm	8.5 cm	9.4 cm	10.3 cm
38	7.7 cm	8.6 cm	9.5 cm	10.4 cm
39	8 cm	8.9 cm	9.8 cm	10.8 cm
40	8.3 cm	9 cm	10 cm	11 cm
41	8.6 cm	9.4 cm	10.3 cm	11.3 cm
42	8.7 cm	9.5 cm	10.4 cm	11.5 cm
43	9 cm	9.9 cm	10.8 cm	11.7 cm
44	9.2 cm	10.1 cm	11.1 cm	12.1 cm
45	9.6 cm	10.3 cm	11.2 cm	12.3 cm
46	9.7 cm	10.5 cm	11.4 cm	12.5 cm

REST API

REST API merupakan salah satu desain arsitektur yang termasuk dalam API itu sendiri. Cara kerja RESTful API adalah klien REST akan mengakses data/sumber daya di server REST tempat setiap sumber daya berada. Atau data/sumber daya akan dibedakan berdasarkan ID Global/URL(Universal Resource Identifier), Maka data yang diberikan oleh server REST nantinya akan berupa JSON / XML. Format paling populer yang sering digunakan yaitu format JSON, Metode HTTP yang umum digunakan dalam REST API adalah sebagai berikut [9]:

- GET untuk membaca data/resource dari server REST
- POST untuk membuat data/resource baru di server REST

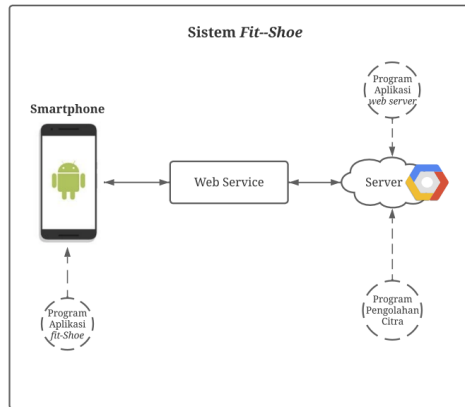
- PUT untuk memperbarui data/resource di server REST
- DELETE, untuk menghapus data/resource dari layanan REST
- OPTIONS untuk mendapatkan operasi resource yang didukung dari server REST.

3. METODE PELAKSANAAN

pembuatan aplikasi untuk fitting sepatu virtual dengan menggunakan *Otsu Thresholding* untuk menentukan daerah mana yang akan menjadi acuan area untuk diukur dan menggunakan *Connected Component Labelling* untuk melabeli objek yang akan diukur dan mengetahui Area piksel titik terluar pada kaki dan kertas A4 untuk memulai pengukuran piksel objek. Shoe dirancang dan dibuat dengan bahasa pemrograman *Python* dengan library *OpenCV*, program ini akan digunakan sebagai program pengolahan citra digital untuk memberi area label yang diukur dan dilakukan perbandingan antara kaki dan kertas A4 sehingga foto kaki pengguna secara otomatis akan menghasilkan ukuran kaki dan tipe kaki pengguna, Tahap selanjutnya yakni pembuatan aplikasi android yang digunakan untuk menginputkan citra (ambil gambar dari kamera/galeri) serta menampilkan hasil pengolahan citra. Lalu pembuatan REST API untuk jalur komunikasi antara server dengan android.

3.1 Blok Diagram

Dilihat pada Blok diagram, perancangan sistem fitting sepatu ini dilakukan menggunakan tiga komponen utama yaitu: Smartphone, Web service dan server. Smartphone akan diinstall aplikasi yang berfungsi mengambil gambar, mengirimkan gambar tersebut ke web service, serta menampilkan hasil pengukuran ukuran kaki dan tipe yang sesuai. Web service berfungsi sebagai untuk pengontrolan data masuk serta keluar dari smartphone dan server. Server berfungsi untuk eksekusi semua program berupa pengenalan objek, segmentasi objek, dan pengukuran panjang objek dan menyesuaikan hasil pengukuran kedalam ukuran sepatu serta tipe kaki.



Gambar 3 Blok diagram sistem fit-shoe

Hasil dari pengukuran akan dikirimkan oleh server ke web service yang selanjutnya akan diambil oleh aplikasi di smartphone untuk ditampilkan. Data yang dihasilkan dari hasil pengolahan citra oleh server berformat JSON. Data JSON ini dikirim oleh server ke web service dan aplikasi mengambil data JSON tersebut lalu ditampilkan pada aplikasi *fit-shoe*.

3.2 Sistem Pengolahan Citra

Dimulai dari preprocessing citra kaki diubah menjadi format *grayscale* yang mengubah warna menjadi abu-abu. Tujuannya agar proses komputasi piksel akan menjadi lebih mudah. Selanjutnya setelah *grayscale* dilanjutkan dengan proses segmentasi dengan pengimplementasian metode *Otsu Thresholding* dimana bertujuan untuk melihat tampak garis batas dan daerah pada suatu gambar/citra menentukan nilai 1 atau 0 berdasarkan nilai Threshold. Lalu agar hasil citra lebih maksimal dilakukan proses morfologi citra menggunakan operasi opening yang terdiri dari operasi erosi lalu diikuti operasi dilasi. Lalu dilanjutkan dengan proses identifikasi objek yang ada pada citra hasil morfologi menggunakan metode *Connected Component Labelling* dimana masing masing objek akan terdeteksi dan identifikasi memiliki nilai label yang berbeda-beda



Gambar 4 Pengambilan foto sebagai input sistem

Karena objek yang ingin di pilih adalah kertas, maka dilakukan *sorting* area label pada hasil label-label yang telah diidentifikasi dan memilih label dengan objek kertas, lalu nilai piksel baik itu tinggi dan lebar objek serta (x,y) disimpan pada variabel, dan dilakukan ROI (*Region Of Interest*) yang berfungsi *crop* citra sesuai dengan nilai piksel yang telah disimpan, lalu dilakukan invers yang berarti mengubah biner pada citra yang 0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0 untuk proses pelabelan objek kaki nanti. Setelah selesai pelabelan pada objek kertas nilai piksel disimpan karena akan digunakan untuk perhitungan, lalu dilakukan labelling Kembali menggunakan metode *Connected Component Labelling* untuk melakukan label pada objek kaki pada citra yang telah di *invert-binary*. Setelah dilakukan pelabelan pada objek kaki, nilai piksel disimpan tinggi dan lebar kaki untuk perhitungan ukuran kaki dan tipe kaki. Setelah kedua nilai piksel (Kertas dan Kaki) diperoleh. dikonversi dengan melakukan perbandingan pada Panjang dan lebar kertas A4,

$$\frac{29,7 \text{ cm}}{\text{panjang objek referensi dalam satuan piksel}} = \frac{\text{panjang ukuran kaki yang dicari dalam satuan cm}}{\text{panjang ukuran kaki dalam satuan piksel}} \quad (2)$$

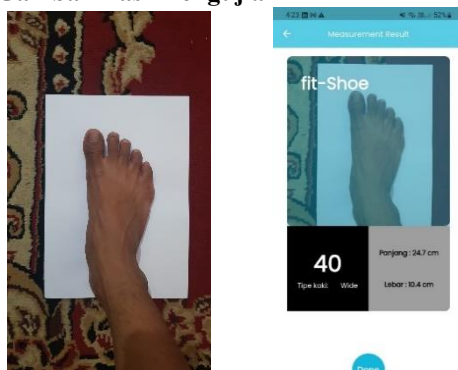
$$\frac{21 \text{ cm}}{\text{lebar objek referensi dalam satuan piksel}} = \frac{\text{lebar ukuran kaki yang dicari dalam satuan cm}}{\text{lebar ukuran kaki dalam satuan piksel}} \quad (3)$$

Lalu hasil Panjang dan lebar yang telah dikonversi pada cm, Menggunakan Rumus untuk menghitung Ukuran Kaki yang akan digunakan sesuai Panjang Kaki yang diperoleh, dan mengidentifikasi Tipe Kaki yang sesuai diperoleh dari Ukuran Kaki Hasil Perhitungan dan Lebar Kaki.

24.7	10.3	24.8	10.2	0.4	0.98
24.5	9.5	24.5	9.4	0	1.06
23.5	9	23.6	9.2	0.42	2.17
22.9	8.7	23	8.9	0.43	2.25
21.7	9.1	22	9	1.36	1.11
26.5	10.2	26.5	10.1	0	0.99
25.2	9.3	25.2	9.4	0	1.06
23.4	9	23.4	8.9	0	1.12
24.4	10.3	24.3	10.3	0.41	0
24	9.8	24.2	10	0.83	2
24.9	9.7	25	9.5	0.4	2.11
26.5	10.9	26.5	10.6	0	2.83
25.5	10.1	25.5	9.8	0	3.06
24.1	9.8	24	9.7	0.42	1.03
28.2	11.1	28.2	11	0	0.91
25.4	10.2	25.4	9.9	0	3.03
24.3	9.7	24.4	9.6	0.41	1.04
25.7	10.3	25.6	10.2	0.39	0.98
25.2	10.3	25.3	10.1	0.4	1.98
24.3	9.1	24.4	9	0.41	1.11
27	10.2	27	10.1	0	0.99
25.5	10.1	25.5	9.8	0	3.06
26.5	11	26.5	10.8	0	1.85
27.1	10.7	27.2	10.6	0.37	0.94
27.3	11.3	27.3	11.2	0	0.89
24.6	9.7	24.6	9.8	0	1.02
28	11	28	10.9	0	0.92
25.4	10.7	25.5	10.5	0.39	1.9
26.3	10.5	26.3	10.5	0	0
25.5	10.5	25.5	10.4	0	0.96
24.9	9.8	24.8	9.8	0.4	0

4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Gambar Hasil Pengujian



(a) Input Gambar (b) Hasil pada system
Gambar 5 Gambar hasil pengujian

Gambar 5 merupakan hasil pengujian yang ditampilkan pada system. Terlihat pada aplikasi didapatkan hasil berupa Panjang, lebar kaki dan referensi ukuran kaki dan tipe kaki.

4.2 Tabel dan Grafik Hasil Pengujian

Tabel 3 Data perbandingan hasil pengukuran kaki kanan secara virtual dan secara langsung ketika foto diambil sesuai intruksi

Hasil Pengukuran (dalam cm)				Kesalahan Panjang (%)	Kesalahan Lebar (%)
Secara Virtual		Secara Manual			
Panjang	Lebar	Panjang	Lebar		
27.3	10.5	27.4	10.3	0.36	1.94
24.7	10.4	24.7	10.5	0	0.95
23.6	9.1	23.7	9.1	0.42	0
25.2	10.1	25.2	10	0	1

Tabel 4 Data perbandingan hasil pengukuran kaki kiri secara virtual dan secara langsung ketika foto diambil sesuai intruksi

Hasil Pengukuran (dalam cm)				Kesalahan Panjang (%)	Kesalahan Lebar (%)
Secara Virtual		Secara Manual			
Panjang g	Lebar r	Panjang g	Lebar r		
27.2	10.7	27.1	10.7	0.37	0
26.2	10.6	26.2	10.5	0	0.95
25.1	8.9	25.1	9	0	1.11
23	9	23	8.9	0	1.12
23.3	9.1	23.2	9	0.43	1.11
23.3	9	23.2	9	0.43	0
25.8	10	25.7	10	0.39	0
23.8	9.3	23.9	9.5	0.42	2.11
24.9	9.8	24.7	9.9	0.81	1.01
24.3	9.8	24.5	9.9	0.82	1.01
24.2	10.1	24.5	10	1.22	1
24.2	10.4	24.4	10.2	0.82	1.96
25.2	9.5	25.1	9.5	0.4	0
25.8	10.8	26	10.6	0.77	1.89
25.3	10.1	25.4	10.1	0.39	0
23.7	9.6	23.8	9.8	0.42	2.04
28.2	11.4	28.2	11.2	0	1.79
25.4	9.6	25.4	9.8	0	2.04
24.7	9.7	24.3	9.6	1.65	1.04
24.5	10.1	24.6	10.3	0.41	1.94
25	10.1	25.2	10.1	0.79	0
24.5	9.2	24.5	9.4	0	2.13
27.1	10.5	27.2	10.7	0.37	1.87
25.4	9.9	25.4	9.8	0	1.02
26.5	10.5	26.4	10.5	0.38	0
25.7	10.3	25.6	10.3	0.39	0
25.7	9.6	25.7	9.6	0	0
24.7	9.6	24.5	9.5	0.82	1.05
25.4	10.6	25.6	10.6	0.78	0
25.4	9.7	25.5	9.9	0.39	2.02

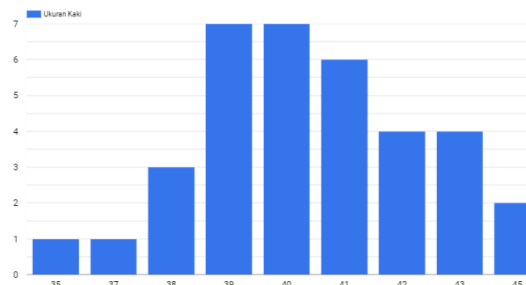
Tabel 5 Data perbandingan hasil pengukuran kaki secara virtual dan secara langsung ketika foto diambil tidak mengikuti intruksi yang telah dibuat

Hasil Pengukuran (dalam cm)				Kesalahan Panjang (%)	Kesalahan Lebar (%)
Secara Virtual		Secara Manual			
Panjang	Lebar	Panjang	Lebar		
19.7	6	25.3	9.9	22.13	39.39
27	11.3	25	10	8	13
25.5	18.9	24.1	10.5	5.81	80
27	11	24.3	9.8	11.11	12.24
19	9.4	23.7	9	19.83	4.44
24.7	8.3	27.4	10.3	9.85	19.42
28.2	18.9	27.1	10.2	4.06	85.29
26.5	11.3	26.4	10.1	0.38	11.88
23.2	11.3	25.1	11.2	7.57	0.89
12.1	10.2	27.1	11	55.35	7.27

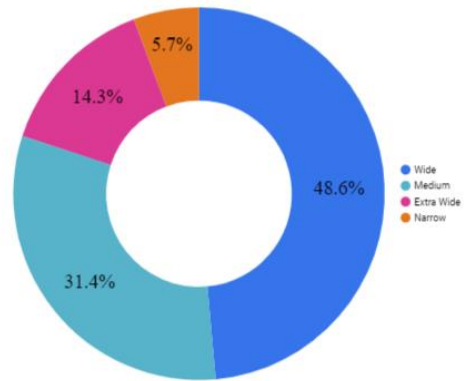
Tabel 6 Data proses hasil pengolahan citra pada beberapa data

Waktu	
Total	1168.09 ms
Total	1173.34 ms
Total	1202.27 ms
Total	1181.71 ms
Total	927.67 ms

Gambar 6 merupakan hasil ukuran kaki yang diperoleh dari data pengukuran panjang kaki kanan, sedangkan Gambar 7 diperoleh dari data pengukuran lebar kaki kanan.

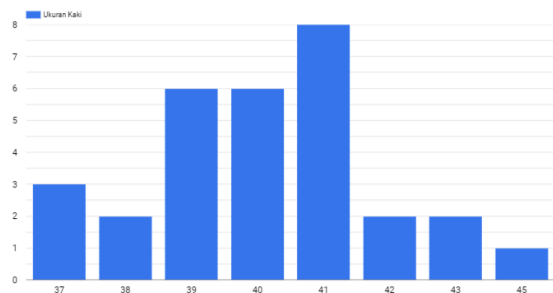


Gambar 6 Grafik hasil referensi ukuran kaki kanan berdasarkan panjang kaki

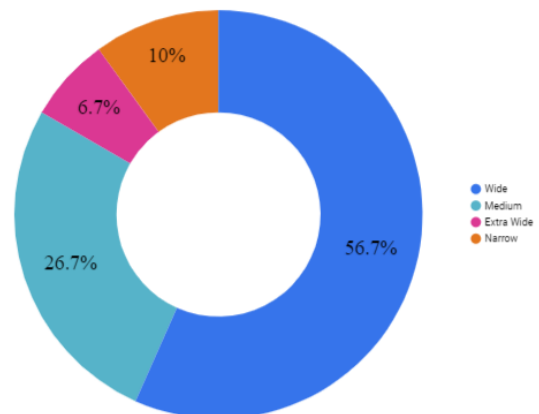


Gambar 7 Grafik Tipe kaki pada kaki kanan berdasarkan lebar kaki

Gambar 8 merupakan hasil ukuran kaki yang diperoleh dari data pengukuran panjang kaki kiri, sedangkan Gambar 9 diperoleh dari data pengukuran lebar kaki kiri.



Gambar 8 Grafik hasil referensi ukuran kaki kiri berdasarkan panjang kaki



Gambar 9 Grafik Tipe kaki pada kaki kiri berdasarkan lebar kaki

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada perencanaan, hasil pengujian dan Analisa pada data uji yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem sudah berjalan baik sesuai dengan rencana yang telah dibuat, Bila percobaan dalam pengambilan gambar/citra dilakukan dengan input sesuai intruksi yang dibuat oleh aplikasi *fit-shoe*, Aplikasi tersebut telah berhasil diintegrasikan dengan Server menggunakan layanan GCP sehingga aplikasi terhubung ke internet dan bisa dibuat file .Apk pada smartphone sehingga semua Hp Android dapat menggunakan aplikasi ini dengan Batasan android version Lolipop hingga versi terbaru, Uji coba yang dilakukan pada data kaki kanan, data kaki kiri serta data tidak sesuai dengan kriteria pada 50 orang dengan gender dan usia yang berbeda. Hasil menunjukkan kinerja yang baik bila pengambilan citra sesuai dengan intruksi didapat kesalahan dibawah 3%, dan bila tidak sesuai intruksi didapat hasil persentase kesalahan yang besar antara 10-85%. Referensi Ukuran dan tipe kaki yang dihasilkan pada pengujian didominasi oleh tipe kaki *Wide* (Lebar) serta ukuran dapat menjadi referensi saja karena setiap manufaktur sepatu bisa saja memiliki bentuk sepatu yang berbeda, Waktu yang diperlukan satu kali pemrosesan sistem *fit-shoe* rata-rata memakan waktu 1 detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dana finansial dari Politeknik Negeri Bandung melalui skema Bantuan Dana Tugas Akhir Mahasiswa Tahun anggaran 2022

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. P. Sahrub, "Pemaknaan Fashion Bagi Indonesia Sneakers Team Surabaya," *Jurnal Unair*, no. <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/75373>, 2017.
- [2] R. Duratin, "Baduma," 23 April 2021. [Online]. Available: <https://baduma.id/2021/04/23/tips-beli-sepatu-online-ala-baduma/?v=7c1f12124b9e>. [Diakses 11 Februari 24].
- [3] A. A. A. Cirua, S. Cokrowibowo dan M. F. Rustan, "Implementation of Connected Component Labelling for," dalam *The 3rd EPI International Conference on Science and Engineering 2019*, 2019.
- [4] Z. Firdaus, "Penerapan Metode Connected Component Labelling (CCL) Untuk Pengukuran Dimensi Lubang Jalan Aspal Berbasis Citra Digital," Repository ITS, Surabaya, 2018.
- [5] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Andi, 2010.
- [6] M. Fang, G. Yue dan Q. Yu, "The Study on application of otsu method in canny operator," *ISIP 2009*, p. 109, 2009.
- [7] ISO/TS 194017:2015(en).
- [8] C. World, "ConvertWorld," [Online]. Available: <https://www.convertworld.com/en/shoe-size/mondopoint..> [Diakses 19 Maret 2022].
- [9] Rama dan G. Maskeri, *Software - Practice and Experience*, New Jersey: Wiley Online Library, 2013.
- [10] R. Firdaus dan M. Wicaksono, "Alat Pengukur Ukuran Kaki Untuk Pencarian Sepatu berbasis Raspberry Pi," *JBPT UNIKOM*, 2018.
- [11] Y. M. N. Y. Junya Matsuki, "Shoes Recommendation System Based on Clustering of 3D Shoes Data," dalam *2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)*, Chiang Mai, Thailand, 2018.
- [12] S. Rajaraman dan A. Chokkalingam, "Connected components labeling and extraction based interphase removal from chromosome images,"

*International Journal of Bio-Science
and Bio-technology*, vol. 5(1), pp. 81-
90, 2013.